

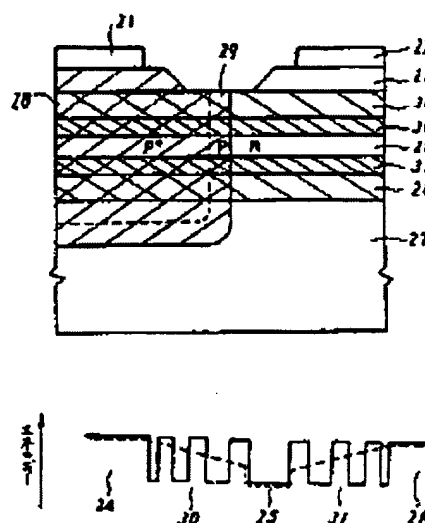
LATERAL CURRENT INJECTION TYPE SEMICONDUCTOR LASER

Patent number: JP61194790
Publication date: 1986-08-29
Inventor: NISHIKAWA YASUMI; others: 01
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Classification:
- **International:** H01S3/18
- **European:**
Application number: JP19850034786 19850222
Priority number(s):

Abstract of JP61194790

PURPOSE: To improve luminous efficiency by forming an optical confinement layer, which has a refractive index and an energy level between an active layer and a clad layer and is shaped by superlattice structure and multiple hetero-junction layer structure, between the active layer and the clad layer.

CONSTITUTION: Optical confinement layers 30, 31 are constituted by either superlattice layer of AlAs/GaAs , $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As/GaAs}$ or $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As/Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$, and organized so that refractive indices and energy levels thereof severally lie between an active layer 25 and clad layers 24, 26. Consequently, even when the thickness of the active layer 25 is thinned in order to further confine carriers, light-emitted beams can be confined efficiently to the optical confinement layers 30, 31 having high refractive indices. Accordingly, carriers and beams can be confined separately, thus acquiring a semiconductor laser element having a low laser oscillating threshold value.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Patent Abstracts of Japan

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-194790

⑪ Int. Cl.⁴

H 01 S 3/18

識別記号

庁内整理番号

7377-5F

⑬ 公開 昭和61年(1986)8月29日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 横方向電流注入型半導体レーザー素子

⑮ 特 願 昭60-34786

⑯ 出 願 昭60(1985)2月22日

⑰ 発 明 者 西 川 安 美 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社中央研究所内

⑱ 発 明 者 藤 原 賢 三 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社中央研究所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

横方向電流注入型半導体レーザー素子

2. 特許請求の範囲

(1) 活性層とクラッド層を有し、上記活性層に沿って電流が流れるようにした横方向電流注入型半導体レーザー素子において、上記活性層と上記クラッド層の中間の屈折率を有し、平均的に上記活性層と上記クラッド層の中間のエネルギーレベルを有し、超格子構造又は多重ヘテロ接合層構造で形成した光とじ込め層を、上記活性層と上記クラッド層の間に設けたことを特徴とする横方向電流注入型半導体レーザー素子。

(2) 光とじ込め層の平均的エネルギーレベルは、活性層側よりクラッド層側が高く、上記クラッド層側より上記活性層側に傾斜している特許請求の範囲第1項記載の横方向電流注入型半導体レーザー素子。

(3) 超格子構造は、 AlAs/GaAs 、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}$ 、及び $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ のうちのいずれかで

形成した特許請求の範囲第1項又は第2項記載の横方向電流注入型半導体レーザー素子。

(4) 多重ヘテロ接合層構造は、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}$ で形成した特許請求の範囲第1項又は第2項記載の横方向電流注入型半導体レーザー素子。

(5) 光とじ込め層は、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ と AlAs/GaAs 超格子の両方で形成した特許請求の範囲第1項又は第2項記載の横方向電流注入型半導体レーザー素子。

8. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、横方向電流注入型半導体レーザー素子に関し、特にその発振閾値電流を低減化するなどの性能特性の向上に関するものである。

〔従来の技術〕

従来の横方向電流注入型半導体レーザー素子として、例えば TJS (Transverse Junction Stripe) 型半導体レーザー素子がある。第6図は、例えば雑誌アイ・イー・イー・イー (IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, VOL. QE-15, No. 11, NOVEMBER,

1979(1208))に示された従来のTJ S型半導体レーザー素子を示す断面図である。図において、(1)はp側電極、(2)はn側電極、(3)はn型GaAsキャップ層、(4)はクラッド層で、例えばn型GaAlAs上部クラッド層、(5)は活性層で、例えばn型GaAs活性層、(6)はクラッド層で、例えばn型GaAlAs下部クラッド層、(7)は基板で、例えば半絶縁性GaAs基板、(8)及び(9)は例えばZnを拡散したp型領域(斜線部)である。p型領域(8)はZnが高濃度に拡散されてp⁺型領域を構成し、p型領域(9)はZnが低濃度に拡散され、すなわち二重拡散されて、p活性領域を構成する。

次に動作について説明する。p側電極(1)からn側電極(2)へp-n接合に順方向に電流を流すと、活性層(5)とクラッド層(4)、(6)との拡散電位差のため、ほとんどの電流は活性層(5)にのみ集中して横方向、すなわち活性層(5)に沿う方向で、活性層(5)におけるp型領域(8)、(9)からn型領域の方向に流れる。この時、活性層(5)のp-n接合付近において電子と正孔の再結合が生じて発光する。この半

になされたもので、光とじ込め層として超格子構造又は多重ヘテロ接合層構造を用いることによつて、スムーズな界面再結合中心密度の低い界面を形成すると同時に、周期の調整による縦方向の光とじ込めを強化し、光のもれを少なくして発光効率の高い横方向電流注入型半導体レーザーを得ることを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

この発明に係る横方向電流注入型半導体レーザー素子は、活性層とクラッド層の中間の屈折率を有し、平均的に活性層とクラッド層の中間のエネルギーレベルを有し、超格子構造又は多重ヘテロ接合層構造で形成した光とじ込め層を、活性層とクラッド層の間に設けたものである。

(作用)

この発明における超格子構造又は多重ヘテロ接合層構造で形成した光とじ込め層は、活性層とクラッド層の中間の屈折率を有し、平均的に活性層とクラッド層の中間のエネルギーレベルを有するため、活性層とクラッド層間界面の再結合中心の

導体レーザー素子は、切り出した時にできる両端のへき開面ではさまれたストライプ状の活性層内において共振器を構成する。すなわち、Znの二重拡散したp活性領域であるp型領域(8)は、横方向においてはn型領域とp⁺型領域(9)によりはさまれ、縦方向においては上下部クラッド層(4)、(6)によりはさまれて、この活性層が周囲より屈折率の大きい光導波層となつて発光した光がとじ込められ、効率のよいレーザー発振を生じる。

(発明が解決しようとする問題点)

従来の横方向電流注入型半導体レーザー素子においては、活性層厚の減少と相関をもつて発振閾値電流は減少するが、活性層厚が1000Å以下と薄くなると導波光のクラッド層への光のもれが大きくなり、閾値電流の低減化に問題があつた。また、例えば1~2μmの膜厚のAlGaAs層をクラッド層として使っているために、活性層との境界での界面再結合中心密度が増大し、内部量子効率を低減化させるという問題点があつた。

この発明は上記のような問題点を解消するため

密度を低下でき、この結果キャリアの注入の効率が上げられ、さらに縦方向の光とじ込めを強化でき、この結果光のもれを少なくしてレーザー素子の発光効率を上げることができる。

(実施例)

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第1図において、(2)、(2a)は電極、(3)はn型GaAsキャップ層、(4a)はn型上部クラッド層、(5)はn型GaAs活性層、(6)はn型下部クラッド層、(7)は半絶縁性GaAs基板、(8)、(9)はp型領域でZn拡散によるp型領域、(10)はn型の超格子構造からなる上部光とじ込め層で、n型上部クラッド層(4a)と活性層(5)の間に形成され、(11)はn型の超格子構造からなる下部光とじ込め層で、n型下部クラッド層(6)と活性層(5)の間に形成されている。この光とじ込め層(10)、(11)は、例えばAlAs/GaAs、Al_xGa_{1-x}As/GaAs、及びAl_xGa_{1-x}As/Al_yGa_{1-y}Asのうちのいずれかからなる超格子層を用いて構成されており、光とじ込め層(10)、(11)の屈折率及びエネルギーレベルはそれぞれ活性層(5)とクラッド層(4a)、(6)の中間

になるように構成されている。第2図は一般的なGRIN-SCH(Graded-Index-Separate-Confinement-Heterostructure)のエネルギーバンドの活性層4付近の模式図であり、そのエネルギーレベルは活性層4側よりクラッド層4、4側が高く、クラッド層4、4側から徐々に活性層4側に向つて傾斜して構成され、効率よく光をとじ込めるレーザー素子である。第8図はこの発明の一実施例について、第2図と等価な、超格子の周期を工夫することによつて得た光とじ込め層で構成されたレーザー素子のエネルギーバンド(実線)の活性層4付近の模式図である。つまり、第8図でエネルギーレベルを平均的に見ると第8図の点線のようになり、第8図のエネルギーレベルは第2図のエネルギーレベルと等価になる。なお、AlAs/GaAsで超格子構造を作るとき、AlAs層とGaAs層を例えば一方の厚さを変化させながら交互に積層するが、AlAs層の厚さとGaAs層の厚さを加えたものを一周期と呼ぶ。第4図は、光とじ込め層4、4、及び活性層4の屈折率分布を模式的に示したものであ

との界面が格子不整合誘導歪による緩和、又はヘテロ接合界面での不純物トラップの分散、さらに例えば雑誌(Appl. Phys. Lett. 44, 217(1984))に記載されているように活性層4とクラッド層4、4間界面の再結合中心の密度を小さくして発振しきい値を下げる事が可能となる。

また、上記実施例では、光とじ込め層4、4を超格子構造で形成した場合を示したが、例えば $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}$ からなる多重ヘテロ接合層構造によつて形成することもできる。第5図は多重ヘテロ接合層構造による活性層4付近のエネルギーバンドの模式図で、エネルギーレベルを平均的に見るとやはり点線のようになり、第2図に示すエネルギーレベルと等価になる。また、各ヘテロ接合層の厚さが無限小に小さい無限個のステップで構成する場合、光とじ込め層4、4の組成を活性層4からクラッド層4、4まで連続的に変化させることも可能である。この実施例においても上記実施例と同様の効果を実する。

さらに、超格子層構造で光とじ込め層4、4を

る。

次に動作について説明する。第8図に示す超格子構造からなる光とじ込め層4、4を有する横方向電流注入型半導体レーザー素子では、第4図に示すように光とじ込め層4、4の屈折率が上下部クラッド層4、4よりも大きい。このため、活性層4の厚さをキャリアのとじ込めを高めるために、例えば1000Å程度に薄くしても、発光した光は屈折率の高い光とじ込め層4、4に効率よくとじ込めることが可能である。従つて、キャリアと光のとじ込めを独立に行うことができ、レーザー発振閾値の低い半導体レーザー素子が得られる。また、この光とじ込め層4、4は分布屈折率型であるので、レーザー光の広がりを小さくすることができる。このように、縦方向においては従来よりも光とキャリアを効率よくとじ込めることができ、リーク電流は小さく、閾値電流は低く、かつキャリアの補給効率が高くなるため、温度特性が良く、ビームの広がりの小さくすることが可能である。さらに、クラッド層4、4と活性層4

形成する場合は、Zn拡散領域4、4が合金化するため、屈折率が大きくなりホモ接合部の横方向の光とじ込めが強くなる。このため高性能な半導体レーザー素子が得られる。

また、光とじ込め層4を超格子層で構成する場合、以下に示す変形例又はその組み合わせを使つて構成してもよい。AlAsのバリアー層の巾を l_B 、GaAsの井戸層の巾を l_Z として、 l_B を一定とし、 l_Z を変化させる。活性層4に近づくにつれ l_Z を大きくすると、活性層4に近づくにつれてエネルギーギャップの変化が小さくなり、多重ヘテロ接合層構造の混晶組成変化により屈折率分布を持たせたGRIN-SCHと等価なものが得られる。他に l_Z の変化を調整することで、このエネルギーギャップの変化を深さ方向に対し、2乗変化、8乗変化、 $\frac{1}{2}$ 乗変化などと、さまざまな場合が実現できる。又、GRIN-SCHと等価な構造にすることで、縦方向のキャリアのとじ込めが増大し、Zn拡散領域の合金化による横方向の光とじ込めに加えて、8次元的なとじ込めが強化される。また、

$\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ と AlAs/GaAs 超格子の両方を使ってSCH構造を作ることにもできる。この場合も超格子を構成する半導体の組み合わせ(GaAs/AlAs 、 $\text{GaAs}/\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$)や、その周期、幅、組成などをいろいろ組み合わせて分布屈折率型のGRIN-SCH構造と等価な機能を持たせることもできる。

さらに、超格子を形成する巾は一般には100Å以下であるので、活性層厚もその巾より小さくならない程度にうすくすることが可能であり、この場合には量子効果が期待でき、さらに低閾値電流で温度特性がよく、ビーム広がり小さい半導体レーザー素子が得られる。

また、上記実施例ではGaAsを活性層として用いた場合を示したが、活性層が $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ の場合にも同様な効果を奏する。

(発明の効果)

以上のように、この発明によれば、活性層とクラッド層の中間の屈折率を有し、平均的に活性層とクラッド層の中間のエネルギーレベルを有し、

24、26…クラッド層、25…活性層、24、26…光とじ込め層。

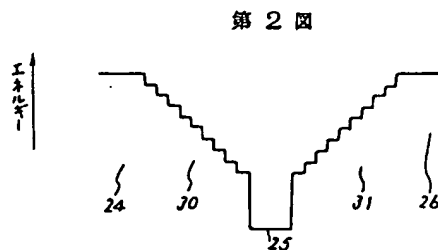
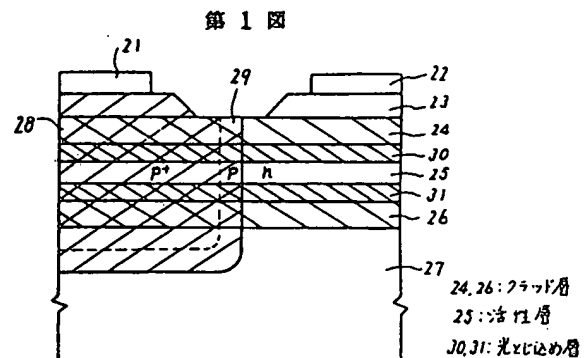
なお、図中、同一符号は同一、又は相当部分を示す。

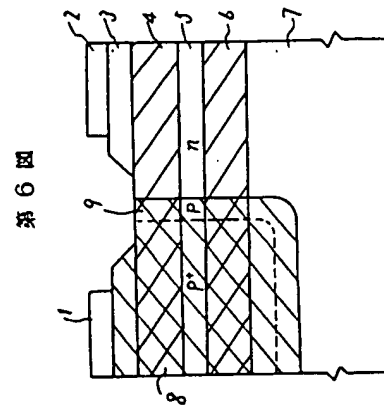
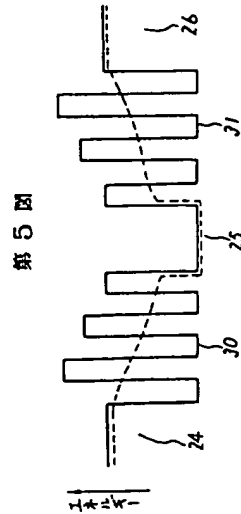
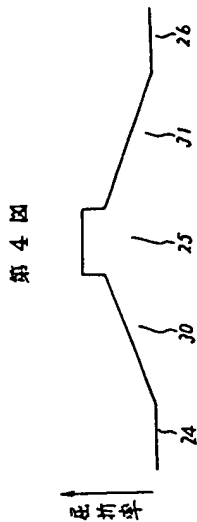
代理人 大岩 増 雄

超格子構造又は多重ヘテロ接合層構造で形成した光とじ込め層を、活性層とクラッド層の間に設けることにより、活性層とクラッド層間界面の再結合中心の密度を低下でき、この結果キャリアの注入の効率が上げられ、さらに縦方向の光とじ込めを強化でき、この結果光のもれを少なくしてレーザー素子の発光効率を上げることができる横方向電流注入型半導体レーザー素子が得られる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例による横方向電流注入型半導体レーザーの断面図、第2図は一般的なGRIN-SCHのエネルギーバンドの活性層付近の模式図、第3図はこの発明の一実施例によるエネルギーバンドの活性層付近の模式図、第4図はこの発明の一実施例による屈折率分布の活性層付近の模式図、第5図はこの発明の他の実施例によるエネルギーバンドの活性層付近の模式図、第6図は従来の横方向電流注入型半導体レーザー素子を示す断面図である。





手続補正書(自発)

昭和 60 年 8 月 10 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示

特願昭 60 - 84786 号

2. 発明の名称

注
横方向電流注入型半導体レーザー素子

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
名 称 (601) 三菱電機株式会社
代表者 片 山 仁 八 郎

4. 代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
三菱電機株式会社内
氏 名 (7375) 弁理士 大 岩 増 雄
(連絡先 03(213)3421 特許部)

5. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄

6. 補正の内容

- (1) 明細書第8頁第19行の「広がりの」を「広がりを」に訂正する。
- (2) 同第10頁第2行の「大きく」を「小さく」に訂正する。
- (3) 同第10頁第5行の「四」を「四、四」に訂正する。

以 上

